

О.В. САВВОВА, канд. техн. наук, **Л.Л. БРАГІНА**, докт. техн. наук,
О.В. ШАЛИГІНА, канд. техн. наук, **Д.Є. ПАНТУС**, канд. техн. наук,
О.В. БАБІЧ, магістрант НТУ «ХП»

ДОСЛІДЖЕННЯ ХІМІЧНОЇ СТІЙКОСТІ СИЛІКОФОСФАТНИХ СКЛОЕМАЛЕВИХ ПОКРИТТІВ АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

В статті досліджено хімічну стійкість силікофосфатних склоемалевих покриттів в системі $R_2O - RO - RO_2 - R_2O_3 - P_2O_5 - SiO_2$. Встановлено, що необхідною для склопокриттів архітектурно-будівельного призначення водостійкістю при втраті маси зразку 8 г/м^2 , та кислотостійкістю класу А характеризується покриття з вмістом 8 мол. % TiO_2 та 8 мол. % CaO .

In article it is investigated chemical firmness silica phosphate vitreous enamel coatings in system $R_2O - RO - RO_2 - R_2O_3 - P_2O_5 - SiO_2$ on their water resistance. It is defined, that needed for glass coatings architecturally-building appointment as water resistance at loss of weight of the sample 8 g/m^2 , and acid resistance by A class the covering with the maintenance 8 mol. % TiO_2 and 8 mol. % CaO is characterised.

Вступ. На сьогоднішній час у світовій архітектурно-будівельній індустрії все більш широке використання при виготовленні сталевих панелей медичного, фармацевтичного, санітарно-технічного призначення набувають універсальні захисні декоративні покриття, серед яких особливе місце займають склоемалі з антибактеріальними функціями по відношенню до дії широкого спектру шкідливих мікроорганізмів.

Емалі для архітектурних деталей повинні забезпечувати високу хімічну стійкість покриття в умовах тривалої дії атмосфери. За даними ISO 2742 стійкість до холодної кислоти для даних емалей повинна бути не нижче класу А, а стійкість до гарячої кислоти не вище $18,5 \text{ г/м}^2$ [1]. В таблиці 1 наведена хімічна стійкість емалей до різних реагентів, які використовуються для хімічної апатарури [2].

Емальовані панелі та емальовані вироби побутового призначення, які використовуються в медичних закладах, характеризуються водостійкістю від 5 до 10 г/м^2 в залежності від умов експлуатації покриття [3 – 5].

В таблиці наведені дані щодо вимог до властивостей архітектурних панелей для внутрішнього використання [6].

Таблиця

Основні вимоги до властивостей архітектурних панелей для внутрішнього використання

	Властивість	Вимоги	Примітки
1	Товщина емалевого покриття	Максимальна 0,4 мм	Метод непридатний, якщо панель вкрита декількома шарами емалі для досягнення декоративного ефекту
2	Стійкість до холодної лимонної кислоти	Клас А	
3	Опір на удар	При 20 Н характер руйнування не перевищує 2 мм після 24 годин	
4	Зчеплення	Мінімальне 3 бали	Випробування повинно відповідати ISO 2723
5	Опір до дряпання	7 Н Мінімальний 4 Н для поверхні типу металік та шовкографія	
6	Опір до абразивної дії	Максимальний 0,1 грам	Узгоджується з ASTV C 501

Методика експерименту. Водостійкість дослідних покриттів визначали за ДСТУ 3-1747-98 [7]. Кислотостійкість дослідних покриттів визначали пробою плямою за ДОСТ 24405-80 [8]. Наявність кристалічної фази в дослідних стеклах було встановлено за допомогою рентгенофазового аналізу, який проводили на установці «ДРОН-3М».

Експериментальні результати та їх обговорення. На основі проведених раніше досліджень з врахуванням вимог до водостійкості у якості основи для одержання антибактеріальних силікофосфатних покриттів архітектурно-будівельного призначення для захисту сталевих панелей операційних блоків в медичних установах були обрані фрити № 10 – 12 з кристалізацією рутилу і гідроксіапатиту та стекла № 2, 3, 4 з кристалізацією рутилу та бадделеїту та гомогенне скло 8 в системі $R_2O - RO - RO_2 - R_2O_3 - P_2O_5 - SiO_2$. Одержані шлікери наносили обливом на зразки зі сталі 08 кп з поперед-

ньо випаленим ґрунтовим покриттям ЕСГ-26, висушували при температурі 80 –120 °С та випалювали в електричній печі при температурі 820 °С протягом 3 – 3,5 хвилин. Маркировка фрит відповідає маркировці покриттів на їх основі.

При визначенні водостійкості дослідних фрит зерновим методом, використовувалась необновлювана дистильована вода. В цьому випадку корозія уповільнюється завдяки утворенню діоксиду кремнію. Дистильована вода проявляє більш активну дію, аніж водопровідна.

При визначенні водостійкості покриттів на основі дослідних фрит використовувалась обновлювана вода і, як наслідок, безперервне посилення корозії склоемалевого покриття [1]. Однак незважаючи на більш агресивні умови проведення експерименту в другому випадку водостійкість сформованих дослідних покриттів буде вищою, аніж у вихідних фрит. Це пояснюється малою щільністю та рихлою структурою різко охолодженої склоемалевої фрити.

Хімічна стійкість дослідних покриттів визначається головним чином їх складом модельних стекол, в першу чергу вмістом лужних металів, і структурою після випалу. Введення до складу модельних стекол СаО та покриттів на їх основі, як правило підвищує їх хімічну стійкість. Для дослідних покриттів оксиди ZrO_2 , Al_2O_3 та TiO_2 проявляють найбільш позитивний вплив на стійкість емалей до води та кислоти [8].

За результатами проведених досліджень найнижчою водостійкістю, тобто найвищою втратою маси 10 г/м^2 характеризуються дослідні покриття на основі стекол № 3 (рисунок). Це пов'язано з інтенсивною появою в даних покриттях кристалів $Na_5Ti((PO_4)_3$, які є більш розчинними у порівнянні з ZrO_2 та TiO_2 , які виділялись в модельних стеклах цих складів.

В гомогенному склі №8, яке характеризувалось найнижчою водостійкістю в даній серії стекол, в результаті термообробки виділяється рутил, який деякою мірою позитивно впливає на водостійкість. Втрата маси покриття на основі скла № 8 складає $13,5 \text{ г/м}^2$. Кислотостійкість покриттів № 3, 4 та 8 відповідає класу В і є найнижчою для дослідних покриттів.

Покриття на основі стекол № 11 та № 12 характеризуються наявністю гідроксіапатиту як після варки так і після варіння та декілька підвищеною водостійкістю, у порівнянні з вихідними стеклами, внаслідок кристалізації рутилу. Стійкість до 10 % лимонної кислоти даних покриттів характеризується класом А, і відповідає вимогам до емальованих покриттів архітектурно-будівельного призначення за ISO 2722.

Найвищою водостійкістю та кислотостійкістю, яка відповідає класу АА, характеризується покриття на основі скла № 2 та 4. В даних стеклах після

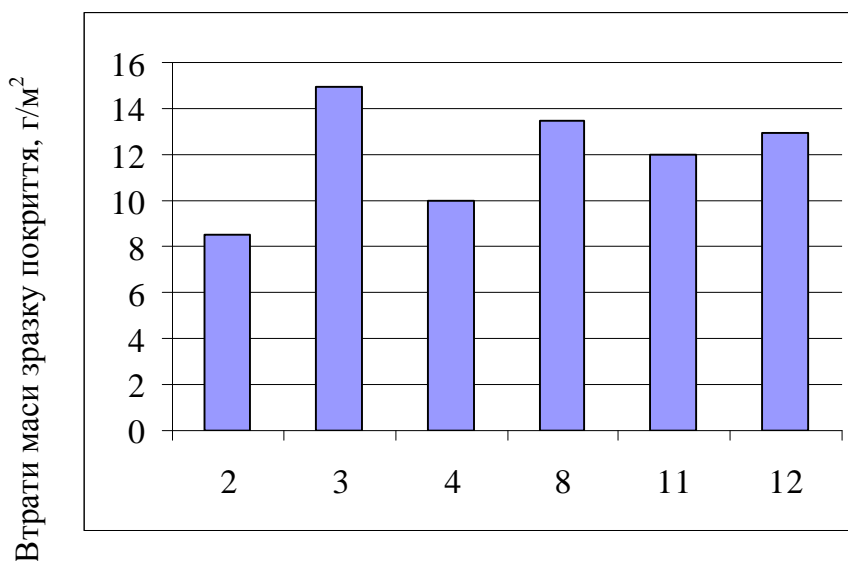


Рисунок – Водостійкість дослідних склопокриттів

випалу інтенсивно кристалізується не тільки бадделеїт, як і після випалу, але і рутил, що значною мірою підвищує водостійкість даних покриттів.

Висновки. Встановлено, що необхідною водостійкістю для склопокриттів архітектурно-будівельного призначення для захисту сталевих панелей операційних блоків в медичних установах при втраті маси зразку 8 г/м², та кислотостійкістю класу А характеризується покриття № 11 з вмістом 8 мол. % TiO₂ та 8 мол. % CaO.

Список літератури: 1. Технология эмали и защитных покрытий: [Учеб. пособие] / [Л.Л. Брагина, А.П. Зубехин, Я.И. Белый и др.]; под ред. Л.Л. Брагиной, А.П. Зубехина. – Харьков: НТУ «ХПИ», Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2003. – 483 с. 2. Жемчужин Г.В. Эмалированная химическая аппаратура (химическая стойкость, эксплуатация и ремонт) / Г.В. Жемчужин. – М.: НИИТЭХИМ, 1971. – 132 с. 3. Duchamp Di V. Serbatoi in acciaio e silos rivestiti di smalto porcellanato ed imbullonati: passato e futuro / Di V. Duchamp, K. Lips. // Smalto porcellanato. – 2008. – № 2. – S. 46. 4. Weisenhaus Von W. Chemische corrosion von emailierungen – EN 14483 / Von W. Weisenhaus // Email. – 2006. – № 4. – S. 63. 5. Eckhard V. Chemically resistant enamel / V. Eckhard // Technical paper of XXI International Enamellers Congress, China, 18 – 22 May 2008.: abstracts of papers. – China, 2008. – P. 161. 6. Quality requirement European authority. [2 Edition]. – Deutscher Email Verband e.V. c/o information – und Bildungszentrum Email e.V. An dem Heerwege, 10 D-58093, Hagt, 2004. – P. 138. 7. Покриття склоемалеві та склокристалічні. Методи випробувань на корозійну стійкість в кислотах та лугах (ISO 2722: 1997): ДСТУ 3-1747-98. – К.: Держспоживстандарт України, 1998. – 123 с. – (Національні стандарти України). 8. Эмали силикатные (фритты). Технические условия: ГОСТ 24405-80. – М.: Изд-во стандартов, 1981. – 14 с.

Надійшла до редколегії 13.04.09.